

Л. З. БОГУСЛАВСКИЙ, канд. техн. наук, зав. отд., ИИПТ НАН Украины, Николаев;

Я. П. СТРУК, вед. инженер, ИИПТ НАН Украины;

В. В. ДИОРДИЙЧУК, мл. науч. сотр., ИИПТ НАН Украины;

Л. Е. ОВЧИННИКОВА, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., ИИПТ НАН Украины

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ ТОКА ЭНЕРГИЕЙ 120 КДЖ С ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫМ ВЫХОДОМ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНЫХ УСТАНОВОК

Разработан генератор импульсов тока с 4-х канальным разрядным контуром энергией 30 кДж на канал, работающий поочередно на 8 электродных систем с частотой 10 имп./мин. для мобильных электрогидроимпульсных установок

Ключевые слова: генератор импульсов тока, разрядный контур, мобильная электрогидроимпульсная установка.

Введение. Генераторы импульсов тока (ГИТ) являются основным энергетическим элементом электрогидроимпульсных установок (ЭГУ), обеспечивающим накопление энергии в электрическом поле конденсаторной батареи с последующим импульсным выделением ее в канале разряда технологического узла ЭГУ. Источником технологического воздействия является импульс давления, генерируемый каналом высоковольтного разряда в жидкости, который возникает между электродами или электродом и изделием. Преимущества электрогидроимпульсных установок, позволяющих осуществлять концентрированное, управляемо-дозированное воздействие заданной локализации с достижением высоких удельных энергетических показателей, обеспечивают им непрерывное расширение сфер применения.

Анализ предварительных исследований подтверждает эффективность использования ГИТ в электрогидроимпульсных установках по очистке отливок от формовочных смесей, разрушению негабаритов, обработке металлов давлением, интенсификации процессов кристаллизации и других технологий, требующих высоких концентраций энергии [1]. В последнее время появилась необходимость в создании мобильных ГИТ для таких технологий как разрушение скальных пород, обработка скважин, строительство буронабивных свай и др.

В электрогидроимпульсных установках ГИТ при разряде батареи конденсаторов обеспечивает образование канала разряда в сплошной конденсированной среде, который используется как источник импульсного давления,

возникающего в результате выделения в его локальном объеме энергии плотностью 10^{14} - 10^{15} Дж/м³ за время 10^{-5} - 10^{-4} с, что аналогично взрыву традиционных взрывчатых веществ [2]. Под действием высоких температур и давлений канала разряда в окружающей среде возникают интенсивные волны сжатия, приводящие к изменению свойств объектов обработки. Для обеспечения требуемых технологических и энергетических режимов необходимо создание специализированных ГИТ.

Целью работы является проведение исследований и создание мобильного генератора импульсных токов с 4-х канальным разрядным контуром энергией 30 кДж на канал, работающего на 8 электродных систем поочередно по 4-е одновременно, с частотой 10 имп./мин. для мобильных электрогидроимпульсных установок

Материалы исследований. Для обеспечения необходимых режимов заряда емкостных накопителей необходимо спроектировать рационально зарядную цепь ГИТ. Зарядная цепь генератора импульсов тока обеспечивает повышение напряжения питания высоковольтным трансформатором с последующим его выпрямлением и зарядкой высоковольтных импульсных конденсаторов. Зарядная цепь ГИТ содержит токоограничивающий элемент, в качестве которого используется дроссель, или индуктивно-емкостной преобразователь (ИЕП). Использование ИЕП для мобильных ГИТ является предпочтительным, так как обеспечивает заряд конденсатора постоянным током в режиме источника тока и повышает к.п.д. зарядной цепи.

Энергия, запасенная в электрическом поле конденсатора, коммутируется посредством управляемых разрядников в нагрузку через электродную систему. Для мобильного ГИТ важно снижение уровня шума, что обуславливает применение вакуумных разрядников.

Для обеспечения технологического результата необходима энергия в импульсе 30 кДж на каждый канал разряда. Технологическая схема обработки предполагает осуществление разряда на 8-м электродных систем. Для снижения мощности, что важно в условиях автономного мобильного источника питания, предложено осуществлять поочередно разряд на 2-е группы разрядных контуров по 4-е электрода в каждой группе. В результате генератор импульсных токов должен обеспечивать энергию 120 кДж при одновременном разряде на 4-е электродные системы.

Используя ранее проведенные исследования [3], с целью обеспечения необходимого воздействия на объект обработки создан генератор импульсов тока, имеющий следующие параметры:

- напряжение питания – 380 В, 50 Гц;
- напряжение заряда конденсаторной батареи - 10 кВ;
- количество одновременно работающих каналов разряда – 4 шт.;
- емкость батареи конденсаторов на каждый канал разряда – 600 мкФ;
- энергия на канал разряда – 30 кДж;

- количество электродных систем – 8 шт.;
- запасаемая энергия – 120 кДж;
- частота следования импульсов – 10 имп./с;
- режим работы, ПВ – 100 %;
- общая масса – до 5 т

Все составные части генератора импульсов тока располагаются на подвижной платформе. Внешний вид генератора импульсов тока показан на рис. 2.



Рисунок 1 – Внешний вид генератора импульсов тока



Рисунок 2 – Индуктивно-емкостной преобразователь



Рисунок 3 – Зарядное устройство ГИТ

Конструктивно генератор импульсов тока состоит из следующих конст-

руктивных элементов: индуктивно-емкостной преобразователь (рис. 2); зарядное устройство (высоковольтный силовой трансформатор с выпрямителем) (рис. 3); батарея импульсных конденсаторов; блок коммутации (управляемые вакуумные разрядники с блоками запуска и синхронизации) (рис. 4); электродные системы; пульт управления (рис. 5).



Рисунок 4 – Блок коммутации



Рисунок 5 – Пульт управления

Индуктивно-емкостной преобразователь (ИЕП) предназначен для обеспечения необходимого режима заряда емкостных накопителей. Состоит из реактора для 3-х фазной сети и 21-го конденсатора K75-17 50 мкФ \pm 10%. Предусмотрена возможность подключения разного количества конденсаторов от 1-го до 7-ми на фазу для возможности настройки режима заряда. ИЕП служит для преобразования источника напряжения в источник стабилизированного переменного тока, поступающего на высоковольтный силовой трансформатор для повышения напряжения до 10 кВ с последующим выпрямлением и подачей на батарею конденсаторов, обеспечивая повышение напряжения на конденсаторах по линейному закону.

Блок конденсаторный состоит из 24 высоковольтных импульсных конденсаторов ИМП10-100 разработки ИИПТ НАН Украины. Конденсаторы соединены параллельно шинами по 6-ть конденсаторов в 4-е батареи. Каждая из 4-х батарей конденсаторов подсоединена кабельными разделками к 2-м разрядникам и разряжается на одну из 2-х электродных систем в зависимости от положения тумблеров на пульте управления, подключающих соответствующие блоки запуска разрядников. Таким образом одновременно разряд происходит максимум на 4-е электродные системы из первой или второй группы электродов.

Для коммутации энергии, накопленной в емкостном накопителе, в нагрузку через электродную систему используется управляемый вакуумный разрядник РВУ-57, обеспечивающий коммутацию тока до 200 кА, напряже-

нием до 18 кВ. В генераторе импульсных токов установлено 8 разрядников по одному на каждую электродную систему. Блоки запуска управляемых вакуумных разрядников БЗ-РВУ предназначены для формирования и подачи высоковольтного импульса напряжения на управляющий электрод разрядников и обеспечивают частоту коммутации до 1 Гц. Для согласования работы разрядников разработан специальный блок синхронизации.

Электродные системы предназначены обеспечить импульсную передачу запасенной энергии до 30 кДж на нагрузку. Передача энергии от разрядника до электрода осуществляется низкоиндуктивным коаксиальным кабелем марки КПВГ-100- УХЛ4-25 ТУ16-705.383.85.

Органы управления, сигнализации и измерительные приборы расположены на пульте управления. Контроль разрядного тока осуществляет блок индикации, который воспринимает сигналы от датчиков разрядного тока и на дисплее высвечиваются значения тока, а также информация о количестве номинальных и холостых разрядов. При превышении разрядным током допустимых значений (режим к. з.) поступает сигнал об аварийной ситуации, при этом ГИТ должен быть отключен.

При отключении ГИТ для безопасности обслуживающего персонала срабатывают блоки высоковольтных замыкателей, которые разряжают конденсаторы на разрядные сопротивления, а затем закорачивают их.

Выводы. При разработке генератора импульсов тока для мобильной электрогидроимпульсной установки выполнен расчет параметров и выбор элементов ГИТ, позволивший обеспечить необходимые технологические режимы обработки и управление технологическим циклом при допустимых массогабаритных показателях.

Список литературы. 1. *Гулый Г. А.* Научные основы разрядноимпульсных технологий / Г. А. Гулый. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с. 2. *Кривицкий Е. В.* Переходные процессы при высоковольтном разряде в воде / Е. В. Кривицкий, В. В. Шамко. – К.: Наук. думка, 1979. – 208 с. 3. *Вовченко А. И.* Исследование электрогидродинамических характеристик и тестирование алгоритмов оптимизации разрядноимпульсных технологий, использующих высоковольтный пробой жидких сред / А. И. Вовченко, Н. П. Дивак, А. Д. Блащенко, Р. В. Тертилов // Техническая электродинамика. – К.: 2011. – № 4. – С. 69-75.

Поступила в редколлегию 08.04.2013.

УДК 621.762.4:537.527.3:542.86

Генератор импульсов тока энергией 120 кДж с четырехканальным выходом для мобильных электрогидроимпульсных установок / Л. З. Богуславский, Я. П. Струк, В. В. Диордийчук, Л. Е. Овчинникова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2013. – № 27 (1000). – С. 27-32. – Бібліогр.: 3 назв.

Розроблено генератор імпульсних струмів з 4-х канальним розрядним контуром енергією 30 кДж на канал, що розряджається почергово на 8 електродних систем з частотою 10 імп./хв. для мобільних електрогидроімпульсних установок.

Ключові слова: генератор імпульсів струму, розрядний контур, мобільна електрогидроімпульсна установка.

The is worked pulse current generator from 4th a channel bit contour by energy of 30 kJ on a channel, working by turns on 8 electrode systems by frequency of 10 imp./min., for mobile electrohydropulse installation.

Keywords: pulse current generator, bit contour, mobile electrohydropulse installation.